




**Method and system for computer aided configuration of technical products****Patent number:** EP1178377**Publication date:** 2002-02-06**Inventor:** NELISSEN JOSEF DR (CH); GELLE ESTHER (CH);  
DRABER SILKE PROF (DE)**Applicant:** ABB RESEARCH LTD (CH)**Classification:**

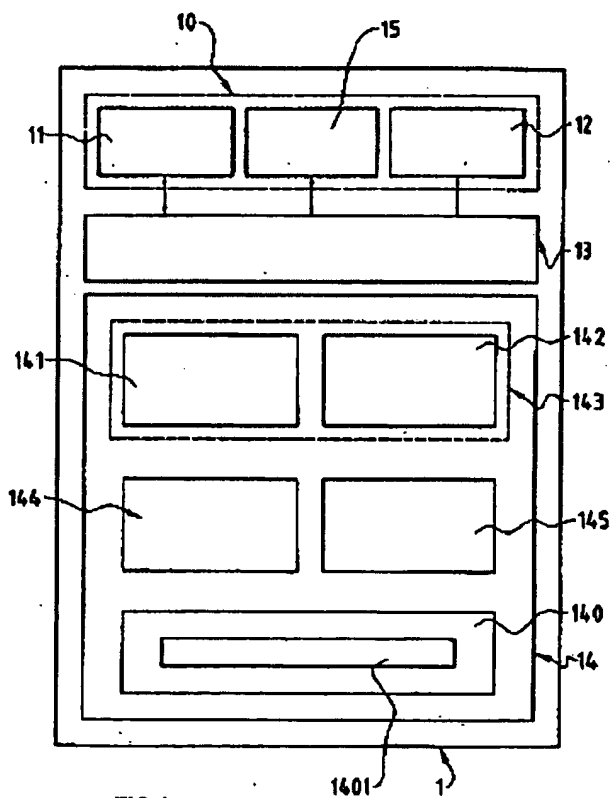
- international: G05B17/02; G06F17/50

- european: G06F17/50

**Application number:** EP20000810694 20000802**Priority number(s):** EP20000810694 20000802**Cited documents:** DE19713917  
 WO9715886  
 WO9833104**Abstract of EP1178377**

Product configuration uses technical component data for components to be used in the product as well as interrelation entries with data about interaction between the components. The component data includes life cycle data as well as entries concerning the expected properties of the components during their life cycle. Based on the component interrelation and life cycle data conclusions can be made about the expected properties of a technical product assembled from the components during its life cycle.

An Independent claim is made for a computer system for configuration of a technical product with data relating to component parts or products entered in databases which are accessed to determine the properties of a technical product during its life cycle.

**FIG 1**Data supplied from the *esp@cenet* database - WorldwideWith  
translation

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19)

## Europäisches Patentamt

**European Patent Office**

Office européen des brevets



(11)

**EP 1 178 377 A1**

(12)

# EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

**(43) Veröffentlichungstag:**  
**06.02.2002 Patentblatt 2002/06**

(51) Int Cl.7: **G05B 17/02, G06F 17/50**

(21) Anmeldenummer: 00810694.0

**(22) Anmeldetag: 02.08.2000**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

- **Nelissen, Josef, Dr.**  
**5442 Fislisbach (CH)**
- **Draber, Silke, Prof.**  
**53177 Bonn-Bad Godesberg (DE)**

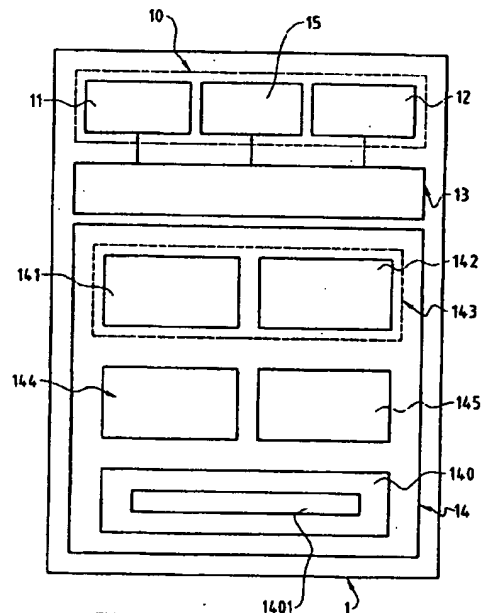
(71) Anmelder: **ABB RESEARCH LTD.**  
**8050 Zürich (CH)**

**(74) Vertreter: ABB Patent Attorneys  
c/o ABB Business Services Ltd, Intellectual  
Property (SLE-I), Haselstrasse 16/699  
5401 Baden (CH)**

**(72) Erfinder:**  
• **Gelle, Esther**  
**8965 Berikon (CH)**

(54) Verfahren und System zum computergestützten Konfigurieren eines technischen Produkts

(57) Verfahren und System zum computergestützten Konfigurieren eines technischen Produkts, in welchen basierend auf einer Produktspezifikation eine oder mehrere Produktkonfigurationen des technischen Produkts automatisch erstellt werden, wobei die Produktkonfigurationen jeweils Komponentendaten von technischen Komponenten, die in der betreffenden Produktkonfiguration des technischen Produkts verwendet werden, und Wechselbeziehungsdaten mit Angaben über die Wechselbeziehung zwischen diesen Komponenten umfassen, wobei die Komponentendaten Lebenszyklusdaten umfassen, die jeweils Angaben über die zu erwartenden Eigenschaften einer Komponente während deren Lebenszyklus beinhalten, und wobei basierend auf den Wechselbeziehungsdaten einer Produktkonfiguration und den Lebenszyklusdaten der Komponenten dieser Produktkonfiguration Angaben bestimmt werden über die zu erwartenden Eigenschaften des dieser Produktkonfiguration entsprechenden technischen Produkts während dessen Lebenszyklus.



**FIG 1**

**EP 1 178 377 A1**

## Beschreibung

### Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und ein System zum computergestützten Konfigurieren eines technischen Produkts aus technischen Komponenten. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren und ein System zum computergestützten Konfigurieren eines technischen Produkts gemäss dem Oberbegriff des unabhängigen Verfahrensanspruchs, beziehungsweise gemäss dem Oberbegriff des unabhängigen Systemanspruchs.

### Stand der Technik

[0002] Systeme zum computergestützten Konfigurieren eines technischen Produkts aus technischen Komponenten, insbesondere elektrische, mechanische, elektromechanische oder elektronische Komponenten, sind bekannt. Zum besseren Verständnis soll gleich eingangs festgehalten werden, dass im vorliegenden Text mit dem Begriff "technisches Produkt" auch technische Systeme gemeint sind und dass mit dem Begriff "technische Komponente" in entsprechender Weise nicht nur diskrete technische Bauteile sondern auch technische Subsysteme, Module und Verbindungsteile und Schnittstellen gemeint sind. Solche herkömmlichen Konfigurationssysteme, die auch als Konfiguratoren bezeichnet werden, sind typischerweise programmierte Softwareapplikationen, die an spezifische Benutzeranforderungen anpassbar sind, die auf einem oder mehreren Computern ausgeführt werden und die typischerweise eine Datenbank mit darin gespeicherten Informationen über Komponenten (Komponentendaten) umfassen, respektive Zugang zu einer solchen Datenbank haben. Als Beispiele für bekannte Konfigurationssysteme sollen hier nicht abschliessend Konfiguratoren der Firmen SAP (Sales Configuration Engine, Teil von SAP R/3 Release 4.5), Trilogy (MCC Configurator, Teil von MultiChannelCommerce MCC 2.0), Baan (E-Configuration 2.2) oder Tacton (Tacton Configurator) erwähnt werden. In diesen computergestützten Konfigurationssystemen wird die Spezifikation eines technischen Produkts durch einen oder mehrere Benutzer dadurch definiert, dass Anforderungen, insbesondere funktionale und qualitative Anforderungen, an das technische Produkt über eine Schnittstelle des Konfigurationssystems eingegeben und im Konfigurationssystem erfasst werden. Basierend auf den erfassten Anforderungen wird im Konfigurationssystem eine auf diesen Anforderungen basierende Produktspezifikation des zu konfigurierenden technischen Produkts bestimmt und auf der Grundlage dieser Produktspezifikation automatisch eine oder mehrere Produktkonfigurationen des technischen Produkts erstellt. Die durch bekannte Konfigurationssysteme erstellten Produktkonfigurationen umfassen jeweils Informationen über die technischen Komponenten, die in der

betreffenden Produktkonfiguration des technischen Produkts verwendet werden, sowie Informationen über die für die Funktionstüchtigkeit des technischen Produkts benötigten Wechselbeziehungen zwischen diesen technischen Komponenten, das heisst Informationen über den Zusammenschluss und/oder die Verbindung der technischen Komponenten zu einer funktionstüchtigen Konfiguration des technischen Produkts. Je nach Verwendung oder Ausführung des Konfigurationssystems wird nur eine Produktkonfiguration des technischen Produkts bestimmt oder es werden sämtliche möglichen Produktkonfigurationen des technischen Produkts bestimmt, die den erfassten Anforderungen an das technische Produkt, respektive der entsprechenden Produktspezifikation, genügen, und die sich unter Berücksichtigung der Wechselbeziehungen zwischen den verwendeten technischen Komponenten als funktionstüchtig erweisen. Eine Produktkonfiguration, die die technischen Komponenten angibt, aus denen das technische Produkt besteht, und die die Wechselbeziehungen zwischen diesen technischen Komponenten angibt, wird auch als Konfigurationsmodell bezeichnet, das als Grundlage zur Überprüfung der Funktionstüchtigkeit des betreffenden technischen Produkts verwendet wird. In herkömmlichen Konfigurationssystemen werden teilweise auch zusätzliche Zielfunktionen verwendet, mittels welchen Produktkonfiguration hinsichtlich vordefinierten Zielgrössen optimiert werden können. Als Zielgrössen können in solchen Konfigurationssystemen beispielsweise die Herstellungskosten oder die Anzahl verwendeter Komponenten des technischen Produkts definiert werden. Die bekannten Konfigurationssysteme weisen jedoch den Nachteil auf, dass sie auf den Entwurf von funktionstüchtigen technischen Produkten aus technischen Komponenten begrenzt sind, wobei dieser Entwurf allenfalls hinsichtlich der Herstellung, beispielsweise hinsichtlich Herstellungskosten oder Anzahl verwendeter Komponenten, optimiert wird, wobei aber durch die bekannten Konfigurationssysteme keine Aspekte berücksichtigt werden, die über den Entwurf oder die Herstellung des funktionstüchtigen technischen Produkts hinausgehen.

### Darstellung der Erfindung

[0003] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein neues und besseres Verfahren sowie ein neues und besseres System zum computergestützten Konfigurieren eines technischen Produkts vorzuschlagen, welche insbesondere nicht den Nachteil des Stands der Technik aufweisen.

[0004] Gemäss der vorliegenden Erfindung werden diese Ziele insbesondere durch die Elemente der unabhängigen Ansprüche erreicht. Weitere vorteilhafte Ausführungsformen gehen ausserdem aus den abhängigen Ansprüchen und der Beschreibung hervor.

[0005] Diese Ziele werden durch die vorliegende Erfindung insbesondere dadurch erreicht, dass die Infor-

mationen über technische Komponenten, die Komponentendaten, die beispielsweise in einer Datenbank gespeichert sind, zusätzlich Lebenszyklusdaten umfassen, die jeweils Informationen über die zu erwartenden Eigenschaften einer betreffenden Komponente während deren Lebenszyklus enthalten, und dass diese Lebenszyklusdaten bei der automatischen Erstellung der Produktkonfigurationen jeweils miteinbezogen werden. Dabei werden basierend auf den Informationen über die Wechselbeziehungen zwischen den verwendeten technischen Komponenten, das heisst den Wechselbeziehungsdaten einer Produktkonfiguration, die beispielsweise aus den Komponentendaten hergeleitet werden, und basierend auf den Lebenszyklusdaten der verwendeten Komponenten Angaben über die während des Lebenszyklus des technischen Produkts zu erwartenden Eigenschaften bestimmt. Der Vorteil der Verwendung von Lebenszyklusdaten bei der Erstellung der Produktkonfigurationen besteht darin, dass die Produktkonfigurationen auch hinsichtlich Parametern optimiert werden können, die über die Entwurfs- und/oder Herstellungsphase des funktionstüchtigen technischen Produkts hinausgehen, so dass technische Produkte hinsichtlich deren Lebenszyklus optimal konfiguriert werden können.

[0006] Vorzugsweise umfassen die Lebenszyklusdaten Ausfalldaten, die Informationen über Ausfallarten von Komponenten und über diesen Ausfallarten zugeordnete Ausfallraten enthalten. Basierend auf diesen Ausfalldaten und den Wechselbeziehungsdaten werden im Konfigurationssystem vorzugsweise Informationen über zu erwartende Folgewirkungen von Ausfällen einzelner oder mehrerer Komponenten auf das technische Produkt bestimmt. Die Informationen über zu erwartende Folgewirkungen umfassen beispielsweise Informationen über Folgeausfälle, die als Konsequenz von Ausfällen einzelner oder mehrerer Komponenten resultieren. Der Vorteil der Verwendung von Ausfalldaten bei der Erstellung der Produktkonfigurationen besteht darin, dass die Produktkonfigurationen hinsichtlich Folgewirkungen von Ausfällen einzelner oder mehrerer Komponenten auf das technische Produkt optimiert werden können.

[0007] In einer Ausführungsvariante umfassen die Ausfalldaten Reparaturdaten mit Angaben über Reparaturart und/oder Reparaturmaterial und/oder Reparatursachkenntnisse, die jeweils zur Behebung eines Ausfalls erforderlich sind, und basierend auf diesen Reparaturdaten werden zu erwartende Reparaturaufwände für das technische Produkt bestimmt. Der Vorteil der Verwendung von Reparaturdaten bei der Erstellung der Produktkonfigurationen besteht darin, dass die Produktkonfigurationen hinsichtlich der zu erwartenden Reparaturaufwände für das technische Produkt und insbesondere der damit verbundenen Kosten optimiert werden können.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0008] Nachfolgend wird eine Ausführung der vorliegenden Erfindung anhand eines Beispiels beschrieben. Das Beispiel der Ausführung wird durch folgende einzige beigelegte Figur illustriert:

[0009] Figur 1 zeigt ein Blockdiagramm, welches schematisch ein Konfigurationssystem darstellt, das ein Konfigurationsmodul, ein Optimierungsmodul sowie eine Datenbank mit darin gespeicherten Komponentendaten, Lebenszyklusdaten und Anforderungsdaten sowie Konfigurationsmodellen und Lebenszyklusmodellen umfasst.

#### 15 Wege zur Ausführung der Erfindung

[0010] In der Figur 1 bezieht sich die Bezugsziffer 1 auf ein Konfigurationssystem, das ein Konfigurationsmodul 11 und ein Optimierungsmodul 12 umfasst, die mittels einer Datenbankschnittstelle 13, beispielsweise eine ODBC-(Open Database Connectivity) oder eine JDBC-Datenbankschnittstelle (Java Database Connectivity), auf eine Datenbank 14 zugreifen. Das Konfigurationsmodul 11 und das Optimierungsmodul 12 sind programmierte Softwaremodule, die beispielsweise auf einem separaten Arbeitsplatzrechner ausgeführt werden und mittels der Datenbankschnittstelle 13 über eine Netzwerkverbindung, beispielsweise ein Local Area Network, auf die Datenbank 14 zugreifen, die beispielsweise auf einem herkömmlichen Server Computer mit Betriebssystem implementiert ist. Das Konfigurationsmodul 11 und das Optimierungsmodul 12 können auch auf dem gleichen Computer ausgeführt werden wie die Datenbank 14. Das Konfigurationsmodul 11 und das Optimierungsmodul 12 können in separaten Applikationen oder in einer gemeinsamen Applikation 10 ausgeführt sein. Das Konfigurationsmodul 11 basiert beispielsweise auf einem eingangs erwähnten herkömmlichen Konfigurator, der mit zusätzlichen Softwarefunktionen erweitert wird. Das Optimierungsmodul 12 basiert beispielsweise auf einer herkömmlichen Optimierungs-Softwareapplikation, beispielsweise dem Availability and Life Cycle Cost Tool (ALTO, Version 3.0) der Firma ABB. Die Datenbank 14 basiert zum Beispiel auf einem herkömmlichen, beispielsweise relationalen, Datenbankmanagementsystem (DBMS) oder sie ist als proprietäres System implementiert, das beispielsweise auch Bestandteil der Applikation 10, respektive 11 und/oder 12, sein kann (nicht dargestellt).

[0011] Wie in der Figur 1 schematisch dargestellt ist, enthält die Datenbank 14 Komponentendaten 140, benutzerspezifizierte Produkteanforderungen 145, Konfigurationsmodelle 141, Lebenszyklusmodelle 142 sowie optimierte Produktkonfigurationen 144, wobei die Konfigurationsmodelle 141 und Lebenszyklusmodelle 142 beispielsweise jeweils auch in einem Konfigurationsmodell mit Lebenszyklusdaten 143 kombiniert sein können und wobei die Komponentendaten 140 in einer alterna-

tiven Ausführung in einer separaten Komponenten-Datenbank gespeichert sein können.

[0012] Die Komponentendaten 140 sind beispielsweise in einer Komponentendaten-tabelle gespeichert, wobei die Komponentendaten 140 für eine bestimmte Komponente jeweils eine Komponentenidentifizierung, einen Komponententyp, eine Komponenteninstanzierung sowie Wechselbeziehungsdaten mit Angaben über die Wechselbeziehung des betreffenden Komponententyps mit anderen Komponententypen umfassen. Der Komponententyp definiert einen bestimmten Typ von Komponenten (z.B. ein Circuit Breaker), beispielsweise durch einen Satz von für diesen Komponententyp charakteristischen Komponentenattributen. Die Komponenteninstanzierung definiert eine konkrete Instanzierung eines betreffenden Komponententyps durch Werte für die Komponentenattribute des betreffenden Komponententyps. Die Wechselbeziehungsdaten umfassen insbesondere Angaben über Wechselbeziehungen zwischen Komponententypen in einer Produktstruktur, das heisst Anforderungen und Einschränkungen hinsichtlich der Verbindung und/oder Zusammenschaltung des betreffenden Komponententyps mit anderen Komponententypen bei der Konfiguration eines technischen Produkts. Die Komponentendaten 140 können beispielsweise in einem Format gespeichert werden, das von herkömmlichen Konfiguratoren unterstützt wird oder das in ein von herkömmlichen Konfiguratoren unterstütztes Format transformierbar ist.

[0013] Wie aus der Figur 1 ersichtlich ist, umfassen die Komponentendaten 140 zusätzlich auch Lebenszyklusdaten 1401, die Angaben über die zu erwartenden Eigenschaften einer betreffenden Komponente (ein Komponententyp oder eine Komponenteninstanzierung) während deren Lebenszyklus umfassen. Die Lebenszyklusdaten 1401 sind zusätzliche Datenelemente, die den jeweils betreffenden Komponenten zugeordnet in der Komponentendaten-tabelle oder in einer separaten Lebenszykluskomponentendaten-tabelle gespeichert sind. Die Lebenszyklusdaten 1401 umfassen Ausfallarten (failure modes) von Komponenten sowie diesen Ausfallarten entsprechende Ausfallraten (failure rates), die beispielsweise jeweils als Wahrscheinlichkeit oder durchschnittlicher Erfahrungswert eines Ausfalls der betreffenden Ausfallsart für vordefinierte Zeitperioden, oder als durchschnittliche zu erwartende ausfallfreie Zeitdauer insgesamt und/oder für bestimmte Ausfallsarten angegeben sind. Die Lebenszyklusdaten 1401 umfassen zudem den Ausfalldaten zugeordnete Reparaturdaten mit Angaben über Reparaturart und/oder Reparaturmaterial und/oder Reparatursachkenntnisse, die jeweils zur Behebung eines Ausfalls der betreffenden Ausfallart erforderlich sind (die Reparaturdaten können beispielsweise als Bestandteil der Ausfalldaten gespeichert sein). Den Ausfalldaten können auch Angaben über konkrete Auswirkungen von Ausfällen von Komponenteninstanzierungen zugeordnet sein.

[0014] Die benutzerspezifisierten Produkteanfor-

derungen 145 sind beispielsweise in einer Anforderungsdatentabelle gespeichert und umfassen zusätzlich zu den Anforderungsdaten, die in herkömmlichen Konfigurationssystemen verwendet werden, Angaben über Produktzuverlässigkeit, respektive Produktausfälle, beispielsweise Ausfallarten und entsprechende Ausfallraten, und/oder Angaben über Produktwartung, beispielsweise Wartungstypen und entsprechende Wartungskosten und Wartungsfrequenzen. Die Produktanforderungen 145 werden mittels Spezifizierungsmitteln von Benutzern erfasst und in der Datenbank 14 gespeichert. Die Spezifizierungsmittel sind typischerweise programmierte Softwarefunktionen, auf die von Benutzern beispielsweise über eine GUI-Benutzerschnittstelle (Graphical User Interface) zugegriffen werden kann. Die Spezifizierungsmittel sind beispielsweise Bestandteil des Konfigurationsmoduls 11 oder sie können als separate Applikation ausgeführt werden.

[0015] Insbesondere für Kostenoptimierungszwecke umfassen die Komponentendaten 140 zudem Kostenangaben, die sich auf die Kosten von Komponenteninstanzierungen, Kosten von Ausfällen verschiedener Ausfallarten von Komponenteninstanzierungen, Kosten von Folgewirkungen von Ausfällen von Komponenteninstanzierungen, Kosten der Reparatur von Ausfällen von Komponenteninstanzierungen und/oder Kosten der Wartung von Komponenteninstanzierungen beziehen.

[0016] Die Konfigurationsmodelle 141 sind beispielsweise in einer Konfigurationsdatentabelle gespeichert und umfassen jeweils Identifizierungen der technischen Komponenten, aus denen das konfigurierte technische Produkt besteht, und/oder deren Komponententypen, Komponenteninstanzierungen sowie Wechselbeziehungsdaten, die bereits im Zusammenhang mit den Komponentendaten 140 erwähnt wurden. Die Konfigurationsmodelle 141 umfassen insbesondere auch Wechselbeziehungsdaten mit Angaben über die Wechselbeziehungen zwischen den Komponenteninstanzierungen des konfigurierten technischen Produkts, beispielsweise Identifizierungen von verbundenen Komponenteninstanzierungen und Angaben über die Verbindung und/oder die Zusammenschaltung mit diesen Komponenteninstanzierungen. Das Konfigurationsmodell 141 einer Produktkonfiguration dient dem Konfigurationsmodul 11 als Grundlage zur Überprüfung der Funktionstüchtigkeit des betreffenden technischen Produkts.

[0017] Die Lebenszyklusmodelle 142 sind jeweils einem betreffenden Konfigurationsmodell 141 zugeordnet in einer separaten Lebenszyklusdatentabelle oder als zusätzliche Datenelemente in der Konfigurationsdatentabelle gespeichert. Die Lebenszyklusmodelle 142 umfassen jeweils Angaben über die zu erwartenden Eigenschaften des der betreffenden Produktkonfiguration entsprechenden technischen Produkts während dessen Lebenszyklus. Diese Angaben über die zu erwartenden Lebenszykluseigenschaften des konfigurierten technischen Produkts werden durch programmierte

Softwarefunktionen auf Grund der oben erwähnten Lebenszyklusdaten 1401 der in der Konfiguration des technischen Produkts verwendeten Komponenten (Komponententypen und Komponenteninstanzierungen) und unter Berücksichtigung der Wechselbeziehungsdaten betreffend die Wechselbeziehungen zwischen diesen Komponenten bestimmt. Diese programmierten Softwarefunktionen sind beispielsweise in einem FMEA-Modul 15 (Failure Modes and Effects Analysis) ausgeführt, das als separates Applikationsmodul oder als Zusatzmodul zum Konfigurationsmodul 11 implementiert ist. Mittels der Softwarefunktionen des FMEA-Moduls 15 werden die Ausfallarten (und Ausfallraten) der verwendeten Komponenten (Komponententyp und Komponenteninstanzierung) hinsichtlich deren Auswirkung auf das konfigurierte technische Produkt analysiert. Mittels der Softwarefunktionen des FMEA-Moduls 15 können so Folgewirkungen von Ausfällen einzelner oder mehrerer Komponenten auf das technische Produkt bestimmt werden, wobei es insbesondere auch möglich ist, Folgeausfälle von Komponenten zu bestimmen, die als Konsequenz von vorhergehenden Ausfällen einzelner oder mehrerer Komponenten resultieren. Das FMEA-Modul 15 kann beispielsweise mit Deduktionsfunktionen ausgestattet werden, die beispielsweise in herkömmlichen AI-Modulen (Artificial Intelligence) verfügbar sind. Auf Grund der durch die Softwarefunktionen des FMEA-Moduls 15 durchgeführten Analyse werden im Lebenszyklusmodell 142 eines konfigurierten technischen Produkts zusätzlich zu den Angaben über die Ausfallarten und die entsprechenden Ausfallraten der verwendeten Komponenten, die bereits im Zusammenhang mit den Lebenszyklusdaten 1401 erwähnt wurden, Angaben hinsichtlich der Auswirkung der Ausfälle einzelner oder mehrerer Komponenten auf das konfigurierte technische Produkt sowie Angaben über Folgeausfälle von Komponenten, die als Konsequenz von vorhergehenden Ausfällen einzelner oder mehrerer Komponenten resultieren, gespeichert. Zusätzlich können im Lebenszyklusmodell 142 eines konfigurierten technischen Produkts Angaben über Reparaturart und/oder Reparaturmaterial und/oder Reparatursachkenntnisse, die jeweils zur Behebung eines Ausfalls der betreffenden Ausfallart erforderlich sind, sowie Angaben betreffend die Kosten von Komponenteninstanzierungen, Kosten von Ausfällen verschiedener Ausfallarten von Komponenteninstanzierungen, Kosten von Folgewirkungen von Ausfällen von Komponenteninstanzierungen, Kosten der Reparatur von Ausfällen von Komponenteninstanzierungen und/oder Kosten der Wartung von Komponenteninstanzierungen gespeichert werden. Mittels der Softwarefunktionen des FMEA-Moduls 15 werden also basierend auf den Lebenszyklusdaten 1401 der in der Konfiguration des technischen Produkts verwendeten Komponenten und den Wechselbeziehungsdaten betreffend die Wechselbeziehungen zwischen diesen Komponenten der zu erwartende Reparatur- und Wartungsaufwand, insbeson-

dere die daraus entstehenden Kosten, für das technische Produkt bestimmt und im betreffenden Lebenszyklusmodell 142 gespeichert.

**[0018]** Durch das Optimierungsmodul 12 können Konfigurationen eines technischen Produkts auf der Grundlage der entsprechenden Konfigurationsmodelle 141 und Lebenszyklusmodelle 142 optimiert werden, wobei als Optimierungskriterien einerseits die benutzer-spezifisierten Produktanforderungen 145 und andererseits allgemeine, untereinander durch den Benutzer priorisierbare Kriterien, wie niedere Herstellungskosten, niedere Ausfallraten, niedere Wartungskosten und/oder niedere Ausfall- und Reparaturkosten verwendet werden können. Auf der Grundlage der Lebenszyklusmodelle 142 können zudem auch Informationen über die Eigenschaften hinsichtlich des Lebenszyklus von (bereits) bestehenden technischen Produkten bestimmt, und darauf basierend Wartungsstrategien und -pläne bestimmt werden.

**[0019]** Die optimierten Produktkonfigurationen 144 sind beispielsweise in einer Produktkonfigurationstabelle gespeichert und umfassen die Datenelemente des Konfigurationsmodells 141 und des zugehörigen Lebenszyklusmodells 142.

**[0020]** In den Lebenszyklusmodellen 142 (respektive in den Produktkonfigurationstabellen von optimierten Produktkonfigurationen 144) von konfigurierten technischen Produkten können zudem auch Wartungsdaten gespeichert werden, die Angaben über den aktuellen Zustand des realisierten und implementierten technischen Produkts, insbesondere der einzelnen Komponenten des technischen Produkts enthalten. Die Wartungsdaten können beispielsweise vom Wartungspersonal mittels Kommunikationsendgeräten on-line oder off-line über eine Festnetz- oder Mobilfunknetz-Kommunikationsverbindung an die Datenbank 14 übertragen werden. Auf der Grundlage dieser Wartungsdaten können, beispielsweise durch weitere Softwarefunktionen des FMEA-Moduls 15, Ausfallraten der im betreffenden technischen Produkt verwendeten Komponenten gezielt im Bezug zu der Struktur der Konfiguration des betreffenden technischen Produkts berechnet und gespeichert werden.

**[0021]** Das hier vorgeschlagene Konfigurationsverfahren, respektive das hier vorgeschlagene Konfigurationssystem 1, hat insbesondere den Vorteil, dass technische Produkte hinsichtlich deren Lebenszyklus optimal konfiguriert werden können. Das hier vorgeschlagene Konfigurationsverfahren, respektive das hier vorgeschlagene Konfigurationssystem 1, ist nicht für ein spezifisches Anwendungsgebiet oder eine spezifische Produktgruppe definiert, da die Konfigurationsmodelle 141 und Lebenszyklusmodelle 142 die Konfigurationsdaten und Lebenszyklusdaten von konfigurierten technischen Produkten auf einer Zwischenstufe (Meta-Level) mit generischen Datenelementen und Datentypen definieren. So werden beispielsweise (Klassen von) Komponenten durch einen Komponententyp und die-

sem Komponententyp zugeordnete Komponentenattribute definiert und eine spezifische Komponente (einer Klasse von Komponenten) ist durch eine Komponenteninstanzierung mit konkreten Werten für diese Komponentenattribute definiert. Durch diese generisch definierbaren Konfigurationsmodelle 141 und Lebenszyklusmodelle 142 können Produktkonfigurationen unabhängig von spezifischen Anwendungsgebieten oder Produktgruppen hinsichtlich deren Lebenszyklus optimiert werden. Die Optimierung von Produktkonfigurationen hinsichtlich deren Lebenszyklus hat insbesondere den Vorteil, dass Schwachstellen der Produktkonfiguration, insbesondere Schwachstellen hinsichtlich Ausfällen und Wartungsaufwand, vor der eigentlichen Realisierung und Installierung des betreffenden technischen Produkts erkannt werden können. Zudem ermöglichen diese generisch definierbaren Konfigurationsmodelle 141 und Lebenszyklusmodelle 142 standardisierte Anfragen an die Datenbank 14 zu stellen.

[0022] Als Beispiele für technische Produkte, die durch das vorgeschlagene Konfigurationsverfahren, respektive Konfigurationssystem 1, optimal konfiguriert werden können, sollen hier insbesondere Hochspannungsschalter sowie ganze Schaltanlagen für Mittel- und Hochspannungsnetze angeführt werden.

#### Bezugszeichenliste

#### [0023]

- |     |   |
|-----|---|
| 1   | Konfigurationssystem                                      |
| 10  | Applikation mit Konfigurationsmodul und Optimierungsmodul |
| 11  | Konfigurationsmodul                                       |
| 12  | Optimierungsmodul   |
| 13  | Datenbankschnittstelle                                    |
| 14  | Datenbank   |
| 15  | FMEA-Modul (Failure Modes and Effects Analysis)           |
| 140 | Komponentendaten  |
| 141 | Konfigurationsmodell                                      |
| 142 | Lebenszyklusmodell  |
| 143 | Konfigurationsmodell mit Lebenszyklusdaten                |
| 144 | optimierte Produktkonfigurationen                         |
| 145 | Produkteanforderungen                                     |

#### 1401 Lebenszyklusdaten

#### Patentansprüche

5

1. Verfahren zum computergestützten Konfigurieren eines technischen Produkts, in welchem Verfahren eine Produktspezifikation des technischen Produkts durch die Erfassung von Anforderungen an das technische Produkt definiert wird, in welchem Verfahren basierend auf der Produktspezifikation eine oder mehrere Produktkonfigurationen des technischen Produkts automatisch erstellt werden, wobei die Produktkonfigurationen jeweils Komponentendaten von technischen Komponenten, die in der betreffenden Produktkonfiguration des technischen Produkts verwendet werden, und Wechselbeziehungsdaten mit Angaben über die Wechselbeziehung zwischen diesen Komponenten umfassen, **dadurch gekennzeichnet,**

10

**dass** die Komponentendaten Lebenszyklusdaten umfassen, welche Lebenszyklusdaten jeweils Angaben über die zu erwartenden Eigenschaften einer Komponente während deren Lebenszyklus beinhalten, und

15

**dass** basierend auf den Wechselbeziehungsdaten einer Produktkonfiguration und den Lebenszyklusdaten der Komponenten dieser Produktkonfiguration Angaben bestimmt werden über die zu erwartenden Eigenschaften des dieser Produktkonfiguration entsprechenden technischen Produkts während dessen Lebenszyklus.

20

25

30

2. Verfahren gemäss Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** die Lebenszyklusdaten Ausfalldaten umfassen, welche Ausfalldaten Angaben über Ausfallarten von Komponenten und diesen Ausfallarten zugeordnete Ausfallraten enthalten, und **dass** basierend auf den Ausfalldaten und den Wechselbeziehungsdaten Angaben über zu erwartende Folgewirkungen von Ausfällen einzelner oder mehrerer Komponenten auf das technische Produkt bestimmt werden.

35

40

45

3. Verfahren gemäss Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** die Angaben über zu erwartende Folgewirkungen Angaben über Folgeausfälle umfassen, die als Konsequenz von Ausfällen einzelner oder mehrerer Komponenten resultieren.

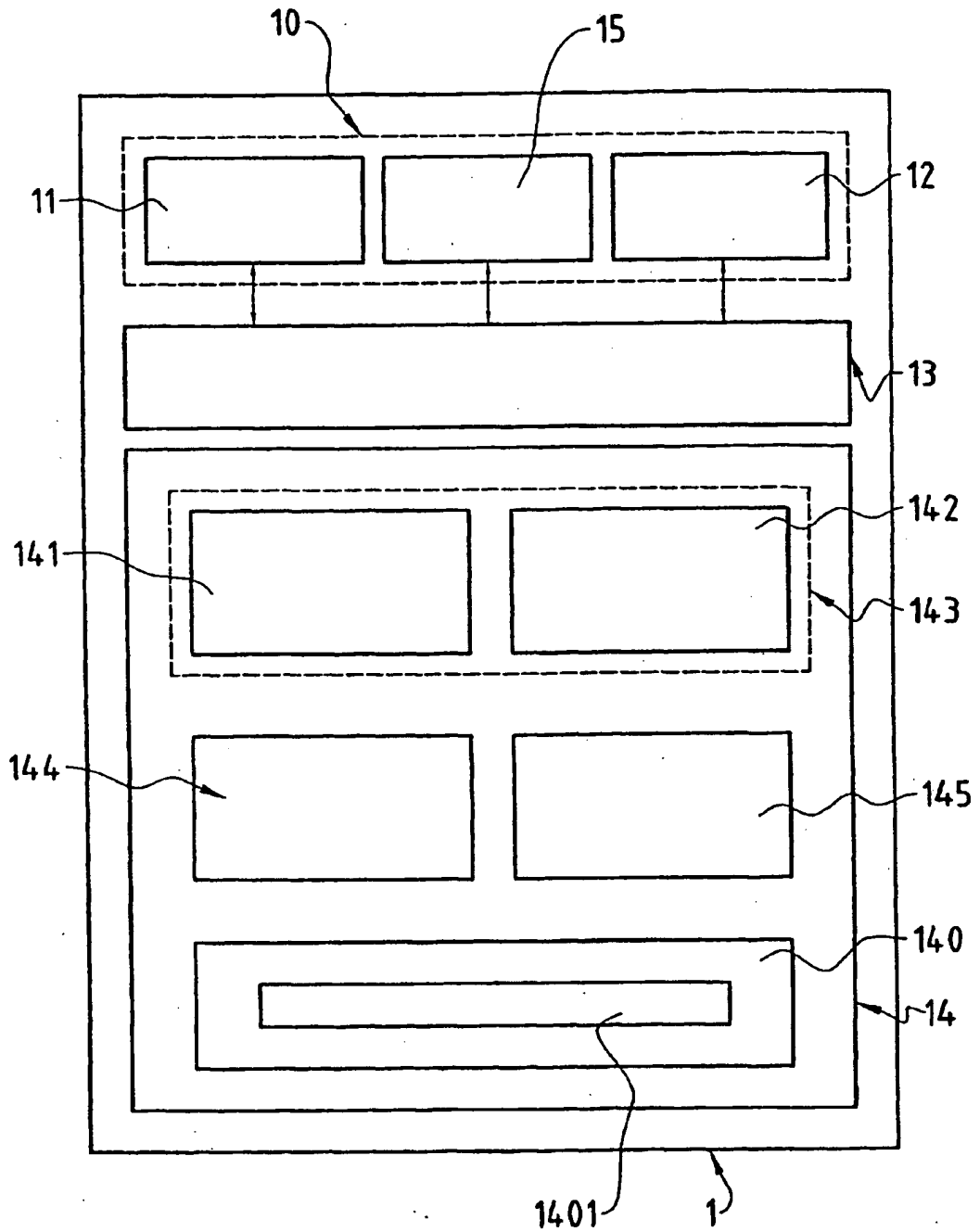
50

4. Verfahren gemäss einem der Ansprüche 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** die Ausfalldaten Reparaturdaten mit Angaben über Reparaturart und/oder Reparaturmaterial und/oder Reparatursachkenntnis, die jeweils zur Behebung eines Ausfalls erforderlich sind, umfassen, und **dass** basierend auf den Reparaturdaten zu erwartende Reparaturaufwände für das technische Produkt bestimmt werden.

55



5. Verfahren gemäss einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Komponentendaten Kostenangaben umfassen, die sich auf die Kosten spezifischer Komponenten, Kosten von Ausfällen verschiedener Ausfallarten von spezifischen Komponenten, Kosten von Folgewirkungen von Ausfällen spezifischer Komponenten, Kosten der Reparatur von Ausfällen spezifischer Komponenten und/oder Kosten der Wartung spezifischer Komponenten beziehen, und dass basierend auf diesen Kostenangaben zu erwartende Kosten des technischen Produkts während dessen Lebenszyklus bestimmt werden.
6. System zum computergestützten Konfigurieren eines technischen Produkts, umfassend: mindestens einen Computer mit einem Betriebssystem, Spezifizierungsmittel zur Erfassung von Anforderungen an das technische Produkt und zur Erstellung einer auf diesen Anforderungen basierenden Produktspezifikation des technischen Produkts, ein Konfigurationsmodul zur automatischen Erstellung einer oder mehrerer Produktkonfigurationen des technischen Produkts basierend auf der Produktspezifikation, wobei die Produktkonfigurationen jeweils Komponentendaten von technischen Komponenten, die in der betreffenden Produktkonfiguration des technischen Produkts verwendet werden, und Wechselbeziehungsdaten mit Angaben über die Wechselbeziehung zwischen diesen Komponenten umfassen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Komponentendaten Lebenszyklusdaten umfassen, welche Lebenszyklusdaten jeweils Angaben über die zu erwartenden Eigenschaften einer Komponente während deren Lebenszyklus beinhalten, und **dass** das System Mittel umfasst zur Bestimmung, basierend auf den Wechselbeziehungsdaten einer Produktkonfiguration und den Lebenszyklusdaten der Komponenten dieser Produktkonfiguration, von Angaben über die zu erwartenden Eigenschaften des dieser Produktkonfiguration entsprechenden technischen Produkts während dessen Lebenszyklus.
7. System gemäss Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lebenszyklusdaten Ausfalldaten umfassen, welche Ausfalldaten Angaben über Ausfallarten von Komponenten und diesen Ausfallarten zugeordnete Ausfallraten enthalten, und dass das System Mittel umfasst zur Bestimmung, basierend auf den Ausfalldaten und den Wechselbeziehungsdaten, von Angaben über zu erwartende Folgewirkungen von Ausfällen einzelner oder mehrerer Komponenten auf das technische Produkt.
8. System gemäss Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Angaben über zu erwartende Folgewirkungen Angaben über Folgeausfälle umfassen, die als Konsequenz von Ausfällen einzelner oder mehrerer Komponenten resultieren.
9. System gemäss einem der Ansprüche 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausfalldaten Reparaturdaten mit Angaben über Reparaturart und/oder Reparaturmaterial und/oder Reparatursachkenntnisse, die jeweils zur Behebung eines Ausfalls erforderlich sind, umfassen, und dass das System Mittel umfasst zur Bestimmung, basierend auf den Reparaturdaten, von zu erwartendem Reparaturaufwand für das technische Produkt.
10. System gemäss einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Komponentendaten Kostenangaben umfassen, die sich auf die Kosten spezifischer Komponenten, Kosten von Ausfällen verschiedener Ausfallarten von spezifischen Komponenten, Kosten von Folgewirkungen von Ausfällen spezifischer Komponenten, Kosten der Reparatur von Ausfällen spezifischer Komponenten und/oder Kosten der Wartung spezifischer Komponenten beziehen, und dass das System Mittel umfasst zur Bestimmung von zu erwartenden Kosten des technischen Produkts während dessen Lebenszyklus, basierend auf diesen Kostenangaben.





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 00 81 0694

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Incl.7)
X	DRABER S: "Optimizing fault tolerance in embedded distributed systems" IEEE MICRO, JULY-AUG. 2000, IEEE, USA, Bd. 20, Nr. 4, Seiten 76-84, XP002158475 ISSN: 0272-1732 * das ganze Dokument *	1-10	G05B17/02 G06F17/50
X	DRABER S: "RELIABILITY-ORIENTED DESIGN OF A DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM FOR HIGH-VOLTAGE SWITCHGEAR STATIONS" PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FAULT-TOLERANT COMPUTING. (FTCS), US, LOS ALAMITOS, CA.: IEEE COMP.SOC.PRESS, 24. Juni 1997 (1997-06-24), Seiten 385-389, XP000785908 ISBN: 0-8186-7832-1 * das ganze Dokument *	1-10	
X	DE 197 13 917 A (ABB RESEARCH LTD) 8. Oktober 1998 (1998-10-08) * das ganze Dokument *	1-3,6-8	
A		4,5,9,10	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Incl.7)
A	WO 97 15886 A (CALICO TECHNOLOGY INC ;PASEMAN WILLIAM G (US)) 1. Mai 1997 (1997-05-01) * Seite 1, Zeile 21 - Seite 2, Zeile 17 *	1,6	G05B G06F
A	WO 98 33104 A (TRILOGY DEV GROUP INC) 30. Juli 1998 (1998-07-30) * Seite 6 - Seite 7 * * Seite 13, Zeile 9 - Seite 14, Zeile 20 *	1,6	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>DEN HAAG</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>26. Januar 2001</b>	Finder <b>Guingale, A</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X: von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y: von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A: technologischer Hintergrund O: nichtschriftliche Offenbarung P: Zwischenliteratur		T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus anderen Gründen angeführtes Dokument a: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.02 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 00 81 0694

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

26-01-2001

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 19713917	A	08-10-1998	US	6065133 A	16-05-2000
WO 9715886	A	01-05-1997	US	5745765 A	28-04-1998
			AU	7519596 A	15-05-1997
			CA	2235366 A	01-05-1997
			EP	0859982 A	26-08-1998
			JP	11514115 T	30-11-1999
WO 9833104	A	30-07-1998	AU	6016098 A	18-08-1998
			EP	0951665 A	27-10-1999

EPC FORM P0481

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

METHOD AND SYSTEM FOR COMPUTER-ASSISTED CONFIGURATION OF A  
TECHNICAL PRODUCT

Esther Gelle et al.

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE  
WASHINGTON, D.C. JULY 2006  
TRANSLATED BY THE MCELROY TRANSLATION COMPANY

EUROPEAN PATENT OFFICE  
PATENT NO. 1 178 377 A1

Int. Cl. <sup>7</sup> :	G 05 B 17/02 G 06 F 17/50
Filing No.:	00810694.0
Filing Date:	August 2, 2000
Publication Date:	February 6, 2002 Patent Journal 2002/06
Designated Contracting States:	AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, SE
Designated Extension States:	AL, LT, LV, MK, RO, SI

METHOD AND SYSTEM FOR COMPUTER-ASSISTED CONFIGURATION OF A  
TECHNICAL PRODUCT

[Verfahren und System zum computergestützten Konfigurieren eines technischen Produkts]

Inventor:	Esther Gelle et al.
Applicant:	ABB Research Ltd.

Field of the technology  
[0001]

/2\*

The present invention relates to a method and to a system for computer-assisted configuration of a technical product made from technical components. In particular, the present invention relates to a method and to a system for computer-assisted configuration of a technical product according to the preamble of the independent method claim or according to the preamble of the independent system claim.

---

\* [Numbers in the right margin indicate pagination in the original foreign text.]

State of the art

[0002]

Systems for computer-assisted configuration of a technical product made from technical components, especially electrical, mechanical, electromechanical, or electronic components, are known. For better understanding, it is to be stressed right at the beginning that in the present text, the term "technical product" also means technical systems and accordingly, the term "technical components" means not only discrete technical units, but also technical sub-systems, modules, and connector parts and interfaces. Such conventional configuration systems, which are also designated as configurators, are typically programmed software applications, which can be adapted to specific user requirements that are listed on one or more computers and that typically contain a database with information stored in this database on components (component data) or that have access to such a database. As examples for known configuration systems, mentioned here are, not exhaustively, configurators by the companies SAP (Sales Configuration Engine, part of SAP R/3 Release 4.5), Trilogy (MCC Configurator, part of MultiChannelCommerce MCC 2.0), Baan (E-Configuration 2.2), or Tacton (Tacton Configurator). In these computer-assisted configuration systems, the specifications of a technical product are defined by one or more users, such that requirements, especially functional and qualitative requirements, on the technical product are input via an interface of the configuration system and received in the configuration system. Based on the received requirements, in the configuration system, product specifications based on these requirements for the technical product to be configured are defined and on the basis of these product specifications, one or more product configurations of the technical product are created automatically. The product configurations generated by known configuration systems include information on the technical components used in the relevant product configuration of the technical product, as well as information on the interrelationships between these technical components necessary for the functioning of the technical product, that is, information on the combination and/or the connection of the technical components to form a functional configuration of the technical product. According to the use or construction of the configuration system, only one product configuration of the technical product is defined or all possible product configurations of the technical product are defined, which satisfy the received requirements on the technical product or the corresponding product specifications, and which prove to be functional under consideration of the interrelationships between the technical components that are used. One product configuration, which indicates the technical components, of which the technical product is composed, and which indicates the interrelationships between these technical components, is also designated as a configuration model, and is used as a basis for testing the functionality of the corresponding technical product. In conventional configuration systems, additional target functions are also used in part, by means of which product configurations can be optimized in

terms of predefined target parameters. In such configuration systems, for example, the production costs or the number of components that are used in the technical product are defined as the target parameters. However, the known configuration systems have the disadvantage that they are limited to the design of functional technical products made from technical components, with this design being optimized, if need be, with reference to the production, for example, in terms of production costs or the number of components that are used, but with no aspects being taken into consideration by the known configuration systems that go beyond the design or the production of the functional technical product.

#### Presentation of the invention

[0003]

One task of the present invention is to propose a novel and improved method, as well as a novel and improved system for computer-assisted configuration of a technical product, which do not have, in particular, the disadvantage of the state of the art.

[0004]

According to the present invention, these goals are achieved, in particular, by the elements of the independent claims. Additional advantageous embodiments follow from the dependent claims and the description.

[0005]

These goals are achieved by the present invention, in particular, such that the information on technical components, the component data, which is stored, for example, in a database, also includes life-cycle data, which contains information on the properties to be expected in a relevant component during its life cycle, and such that this life-cycle data is included in the automatic creation of the product configurations. In this way, information on the properties to be expected during the life cycle of the technical product is determined based on the information on the interrelationships between the technical components that are used, that is, the interrelationship data of a product configuration, which can be derived, for example, from the component data, and based on the life-cycle data of the components that are used. The advantage of using life-cycle data in the creation of the product configurations is that the product configurations can also be optimized in terms of parameters going beyond the design and/or production phase of the functional technical product, so that technical products can be optimally configured in terms of their life cycle.



[0006]

Preferably, the life-cycle data includes failure data, which contains information on types of component failures and on failure rates for these types of failures. Based on this failure data and the interrelationship data, in the configuration system, preferably information on subsequent effects to be expected due to failures of individual or several components on the technical product is determined. The information on subsequent effects to be expected include, for example, information on subsequent failures resulting as a consequence of failures of individual or several components. The advantage of using failure data in the creation of product configurations is that the product configurations can be optimized in terms of the subsequent effects of failures of individual or several components on the technical product.

[0007]

In one variant, the failure data includes repair data with information on the repair type and/or repair material and/or repair details necessary for repairing a failure, and expected repair costs for the technical product are determined based on this repair data. The advantage of using repair data in the creation of product configurations is that the product configurations can be optimized in terms of the expected repair expense for the technical product and especially the associated costs.

Brief description of the drawings

[0008]

In the following, a configuration of the present invention is described with reference to an example. The example of the configuration is illustrated by the following single enclosed figure:

[0009]

Figure 1 shows a block diagram, which represents a configuration system schematically, which includes a configuration module, an optimization module, and also a database with component data, life-cycle data, and requirement data stored in this database, as well as configuration models and life-cycle models.

Methods for configuring the invention

[0010]

In Figure 1, the reference symbol 1 refers to a configuration system, which includes a configuration module 11 and an optimization module 12, which access a database 14 by means of a database interface 13, for example, an ODBC (Open Database Connectivity) or a JDBC database interface (Java Database Connectivity). The configuration module 11 and the optimization module

12 are programmed software modules, which are executed, for example, on a separate workstation computer and which access the database 14, which is implemented, for example, on a conventional server computer with an operating system, by means of the database interface 13 via a network connection, for example, a local area network. The configuration module 11 and the optimization module 12 can also be executed on the same computer as the database 14. The configuration module 11 and the optimization module 12 can be executed in separate applications or in a common application 10. The configuration module 11 is based, for example, on a conventional configurator, which was named above and which is expanded with additional software functions. The optimization module 12 is based, for example, on a conventional optimization software application, for example, the Availability and Life Cycle Cost Tool (ALTO, Version 3.0) by ABB. The database 14 is based, for example, on a conventional, for example, relational database management systems (DBMS) or it is implemented as a proprietary system, which can also be, for example, a component of the application 10 or 11 and/or 12 (not shown).

[0011]

As shown schematically in Figure 1, the database 14 includes component data 140, user-specified product requirements 145, configuration models 141, life-cycle models 142, as well as optimized product configurations 144, with the configuration models 141 and life-cycle models 142 also being able to be combined into one configuration model with life-cycle data 143 and with the component data 140 being able to be stored in an alternative configuration in a separate component database.

/4

[0012]

The component data 140 is stored, for example, in a component data table, with the component data 140 for a certain component including component identification, component type, component instance, as well as interrelationship data with information on the interrelationship of the relevant component type with other component types. The component type defines a certain type of component (e.g., a circuit breaker), for example, through a set of component attributes that are characteristic for this component type. The component instance defines an actual instance of a relevant component type through values for the component attributes of the relevant component type. The interrelationship data includes, in particular, information on the interrelationships between component types in a product structure, that is, requirements and restrictions in terms of the connection and/or interconnection of the relevant component types with other component types in the configuration of a technical product. The component data 140 can be stored, for example, in a format, which is supported by conventional configurators or which can be converted into a format supported by conventional configurators.

[0013]

As can be seen from Figure 1, the component data 140 also includes life-cycle data 1401, which includes information on the properties of a relevant component (a component type or a component instance) to be expected during its life cycle. The life-cycle data 1401 is additional data elements, which are allocated to the relevant components and stored in the component data table or in a separate life-cycle component data table. The life-cycle data 1401 includes failure modes of components, as well as failure rates corresponding to these failure modes and which are indicated, for example, as a likelihood or average experimental value of a failure of the relevant failure mode for predefined time periods or as the average failure-free time period to be expected overall and/or for certain failure modes. The life-cycle data 1401 also includes repair data allocated to the failure data with information on repair type and/or repair material and/or repair details, which are necessary for repairing a failure of the relevant failure mode (the repair data can be stored, for example, as a component of the repair data). Information on actual effects of failures of component instances can also be allocated to the failure data.

[0014]

The user-specified product requirements 145 are stored, for example, in a requirement data table and also include, in addition to the requirement data used in conventional configuration systems, information on product reliability or product failures, for example, failure modes and corresponding failure rates, and/or information on product maintenance, for example, maintenance types and corresponding maintenance costs and maintenance frequencies. The product requirements 145 are determined by users by means of specification means and stored in the database 14. The specification means are typically programmed software functions, which can be accessed by users, for example, via a GUI user interface (Graphical User Interface). The specification means are, for example, components of the configuration module 11 or they can be executed as a separate application.

[0015]

Especially for cost optimization purposes, the component data 140 also includes cost data related to the costs of component instances, costs of failures of various failure modes of component instances, costs of subsequent effects of failures of component instances, costs of the repair of failures of component instances, and/or costs of maintenance of component instances.

[0016]

The configuration models 141 are stored, for example, in a configuration data table and each include identifications of the technical components, from which the configured technical product is composed, and/or their component types, component instances, as well as interrelationship data, which was already mentioned in connection with the component data 140. The configuration models 141 also include, in particular, interrelationship data with information on the interrelationships between the component instances of the configured technical product, for example, identifications of associated component instances, and information on the connection and/or the interconnection with these component instances. The configuration model 141 of a product configuration is used by the configuration module 11 as the basis for testing the functionality of the relevant technical product.

[0017]

The life-cycle models 142 are each allocated to a relevant configuration model 141 stored in a separate life-cycle data table or as additional data elements in the configuration data table. The life-cycle models 142 each include information on the properties to be expected for the technical product corresponding to the relevant product configuration during its life cycle. This information on the life-cycle properties to be expected for the configured technical product is determined through programmed software functions on the basis of the life-cycle data 1401 mentioned above for the components (component types and component instances) used in the configuration of the technical product and under consideration of the interrelationship data concerning the interrelationships between these components. These programmed software functions are executed, for example, in a FMEA module 15 (Failure Modes and Effects Analysis), which is implemented as a separate application module or as an add-on module to the configuration module 11. By means of the software functions of the FMEA module 15, the failure modes (and failure rates) of the components that are used (component type and component instance) are analyzed in terms of their effect on the configured technical product. By means of the software functions of the FMEA module 15, subsequent effects of failures of individual or several components on the technical product can be determined, with it also being possible, in particular, to determine subsequent failures of components resulting as a consequence of prior failures of individual or several components. The FMEA module 15 can be equipped, for example, with deduction functions, which are available, for example, in conventional AI modules (Artificial Intelligence). On the basis of the analysis performed by the software functions of the FMEA module 15, in addition to the information on the failure modes and the corresponding failure rates of the components that are used and that were already mentioned in connection with the life-cycle data 1401, information in terms of the effect of the failures of individual or several components on the configured technical

product, as well as information on subsequent failures of components resulting as a consequence of prior failures of individual or several components, is stored in the life-cycle model 142 of a configured technical product. In addition, information on repair type and/or repair material and/or repair details, which are necessary for repairing a failure of the relevant failure mode, as well as information concerning the costs of component instances, costs of failures of different failure modes of component instances, costs of subsequent effects of failures of component instances, costs of repair of failures of component instances, and/or costs of maintenance of component instances, is stored in the life-cycle model 142 of a configured technical product. By means of the software functions of the FMEA module 15, based on the life-cycle data 1401 of the components used in the configuration of the technical product and the interrelationship data concerning the interrelationships between these components, the expected repair and maintenance expense, especially the resulting costs, are determined for the technical product and stored in the relevant life-cycle model 142.

[0018]

Through the optimization module 12, configurations of a technical product can be optimized on the basis of the corresponding configurations models 141 and life-cycle models 142, with user-specified product requirements 145 on one hand and general criteria, which can be prioritized relative to each other by the user, such as low production costs, low failure rates, low maintenance costs, and/or low failure and repair costs, on the other hand can be used as optimization criteria. On the basis of the life-cycle models 142, information on the properties in terms of the life cycle of (already) existing technical products can also be determined and maintenance strategies and plans based on this information can be determined.

[0019]

The optimized product configurations 144 are stored, for example, in a product configuration table and include the data elements of the configuration model 141 and the associated life-cycle model 142.

[0020]

Maintenance data, which contains information on the current state of the realized and implemented technical product, especially the individual components of the technical product, can also be stored in the life-cycle models 142 (or in the product configuration tables of optimized product configurations 144) of configured technical products. The maintenance data can be transmitted to the database 14, for example, by maintenance personnel by means of communications end devices on-line or off-line via a fixed network or mobile network

communications connection. On the basis of this maintenance data, failure rates of the components used in the relevant technical product can be calculated and stored selectively with reference to the structure of the configuration of the relevant technical product, for example, through additional software functions of the FMEA module 15.

[0021]

The configuration method proposed here or the configuration system 1 proposed here has the advantage, in particular, that technical products can be configured optimally in terms of their life cycle. The configuration method proposed here or the configuration system 1 proposed here is not defined for a specific field of application of a specific product group, because the configuration model 141 and the life-cycle model 142 define the configuration data and life-cycle data of configured technical products on a meta-level with generic data elements and data types. Thus, for example, (classes of) components are defined by a component type and component attributes allocated to this component type and a specific component (of a class of components) is defined by a component instance with actual values for these component attributes. Through this generically definable configuration model 141 and life-cycle model 142, product configurations can be optimized independent of specific fields of application or product groups in terms of their life cycle. The optimization of product configurations in terms of their life cycle has the advantage, in particular, that weak points of the product configuration, especially the weak points in terms of failures and maintenance expense, can be identified before the actual realization and installation of the relevant technical product. In addition, this generically definable configuration model 141 and this life-cycle model 142 enable standardized inquiries to be placed to the database 14.

/6

[0022]

In particular, high-voltage circuit breakers, as well as entire switching systems for medium-voltage and high-voltage networks, should be listed here as examples for technical products that can be configured optimally by the proposed configuration method or configuration system 1.

List of reference symbols

[0023]

- 1 Configuration system
- 10 Application with configuration module and optimization module
- 11 Configuration module
- 12 Optimization module
- 13 Database interface

14	Database
15	FMEA module (Failure Modes and Effects Analysis)
140	Component data
141	Configuration model
142	Life-cycle model
143	Configuration model with life-cycle data
144	Optimized product configurations
145	Product requirements
1401	Life-cycle data

### Claims

1. Method for computer-assisted configuration of a technical product, in which method product specifications of the technical product are defined by the registration of requirements on the technical product, in which method one or more product configurations of the technical product are created automatically based on the product specifications, with the product configurations each including component data of technical components, which are used in the relevant product configuration of the technical product, and interrelationship data with information on the interrelationships between these components, characterized in that the component data includes life-cycle data, which life-cycle data contains information on the expected properties of a component during its life cycle, and information on the expected properties of the technical product corresponding to this product configuration during its life cycle is determined based on the interrelationship data of a product configuration and the life-cycle data of the components of this product configuration.

2. Method according to Claim 1, characterized in that the life-cycle data includes failure data, which failure data contains information on failure modes of components and failure rates allocated to these failure modes, and that information on expected subsequent effects of failures of individual or several components on the technical product are determined based on the failure data and the interrelationship data.

3. Method according to Claim 2, characterized in that the information on expected subsequent effects includes information on subsequent failures resulting as a consequence of failures of individual or several components.

4. Method according to one of Claims 2 or 3, characterized in that the failure data includes repair data with information on repair type and/or repair material and/or repair details necessary for repairing a failure, and that expected repair expenses for the technical product are determined based on the repair data.

5. Method according to one of Claims 1 to 4, characterized in that the component data

includes cost information related to the costs of specific components, costs of failures of various failure modes of specific components, costs of subsequent effects of failures of specific components, costs of repair of failures of specific components, and/or costs of maintenance of specific components, and that expected costs of the technical product during its life cycle are determined based on this cost information.

6. System for computer-assisted configuration of a technical product, comprising: at least one computer with an operating system, specification means for registering requirements on the technical product and for creating product specifications of the technical product based on these requirements, a configuration module for automatic creation of one or more product configurations of the technical product based on the product specifications, with the product configurations each including component data of technical components, which are used in the relevant product configuration of the technical product, and interrelationship data with information on the interrelationships between these components, characterized in that the component data includes life-cycle data, which life-cycle data contains information on the expected properties of a component during its life cycle, and the system includes means for determining information on the expected properties of the technical product corresponding to this product configuration during its life cycle based on the interrelationship data of a product configuration and the life-cycle data of the components of this product configuration.

7. System according to Claim 6, characterized in that the life-cycle data includes failure data, which failure data contains information on failure modes of components and failure rates allocated to these failure modes, and that the system includes means for determining information on expected subsequent effects of failures of individual or several components on the technical product based on the failure data and the interrelationship data.

8. System according to Claim 7, characterized in that the information on the expected subsequent effects includes information on subsequent failures resulting as a consequence of failures of individual or several components.

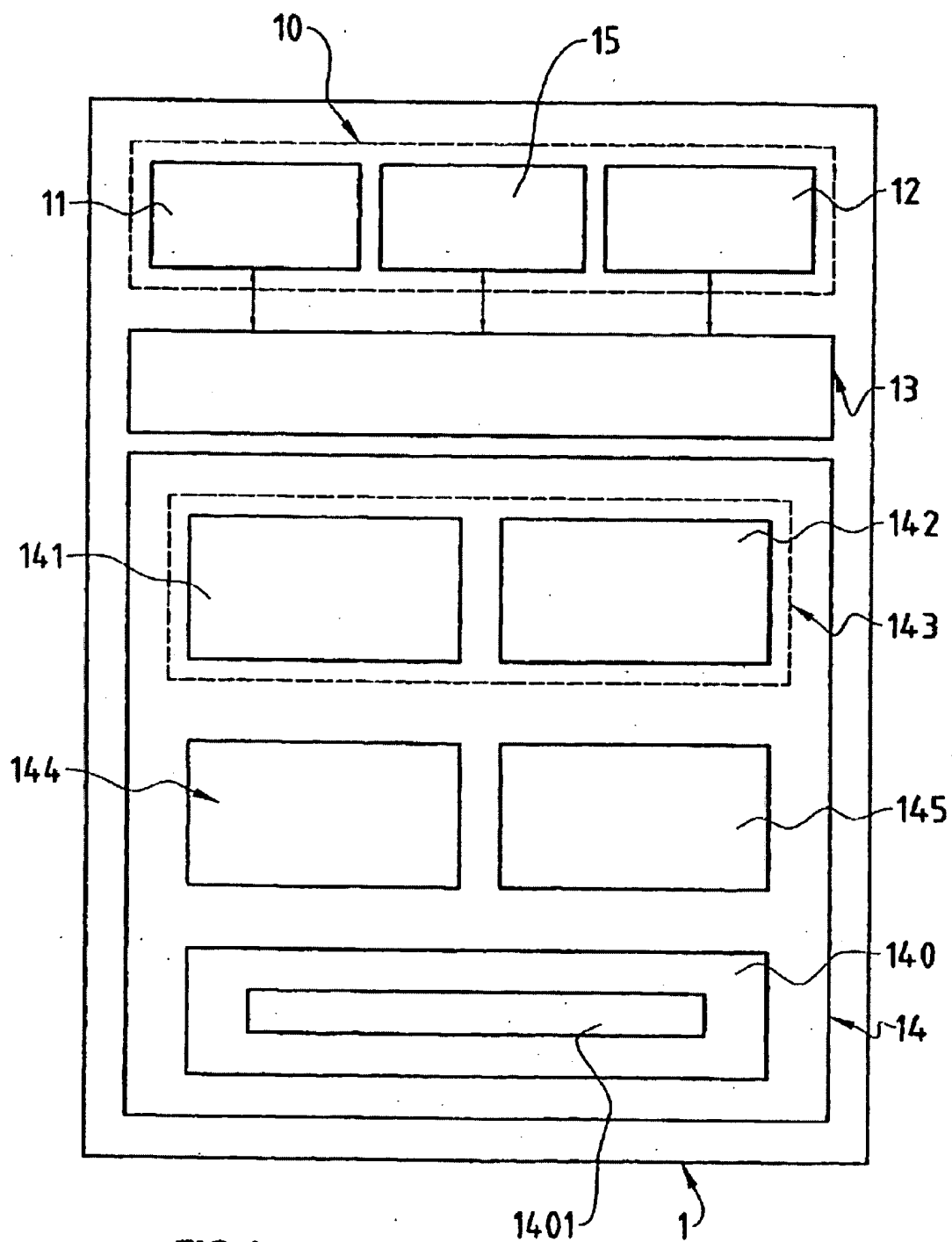
9. System according to one of Claims 7 or 8, characterized in that the failure data includes repair data with information on repair type and/or repair material and/or repair details, which are necessary for repairing a failure, and that the system includes means for determining expected repair expense for the technical product based on the repair data.

10. System according to one of Claims 6 to 9, characterized in that the component data included cost information related to the costs of specific components, costs of failures of various failure modes of specific components, costs of subsequent effects of failures of specific components, costs of repair of failures of specific components, and/or costs of maintenance of



specific components, and that the system includes means for determining expected costs of the technical product during its life cycle based on this cost information.

EP 1 178 377 A1



European  
Patent Office  
EUROPEAN SEARCH REPORT

Application Number  
EP 00 81 0694

DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT			
Category	Citation of document with indication, where appropriate, of relevant passages	Relevant to claim	CLASSIFICATION OF THE APPLICATION (Int. Cl.7)
X	DRABER S: "Optimizing fault tolerance in embedded distributed systems" IEEE MICRO, JULY-AUG 2000, IEEE, USA, Vol. 20, No. 4, pp. 76-84, XP002158475 ISSN: 0272-1732 * the entire document *	1-10	G05B17/02 G06F17/50
X	DRABER S: "RELIABILITY-ORIENTED DESIGN OF A DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM FOR HIGH-VOLTAGE SWITCHGEAR STATIONS" PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FAULT-TOLERANT COMPUTING. (FTCS), US, LOS ALAMITOS, CA: IEEE COMP. SOC. PRESS, June 24, 1997, pp. 385-389, XP000785908 ISBN: 0-8186-7832-1 * the entire document *	1-10	
X	DE 197 13 917 A (ABB RESEARCH LTD) October 8, 1998	1-3, 6-8	TECHNICAL FIELDS SEARCHED (Int. Cl.7)
A	* the entire document *	4,5,9,10	G05B G06F
A	WO 97 15886 A (CALICO TECHNOLOGY INC; PASEMAN WILLIAM G (US)) May 1, 1997 * Page 1, line 21 - page 2, line 17 *	1,6	
A	WO 98 33104 A (TRILOGY DEV GROUP INC) July 30, 1998 * Page 6 - page 7 * * Page 13, line 9 - page 14, line 20 *	1,6	
The present search report has been drawn up for all claims.			
Place of search THE HAGUE		Date of completion of the search January 26, 2001	Examiner Guingale, A
CATEGORY OF CITED DOCUMENTS			
X:	Particularly relevant if taken alone.	T:	Theory or principle underlying the invention.
Y:	Particularly relevant if combined with another document of the same category.	E:	Earlier patent document, but published on, or after the filing date.
A:	Technological background.	D:	Document cited in the application.
O:	Non-written disclosure.	L:	Document cited for other reasons.
P:	Intermediate document.	&:	Member of the same patent family, corresponding document.

APPENDIX TO THE EUROPEAN SEARCH REPORT ON EUROPEAN  
PATENT APPLICATION NO.

EP 00 81 0694

In this appendix, the patent family members of patent documents listed in the above-referenced European Search Report are indicated.

The data on the family members correspond to the state of the files of the European Patent Office on  
These data serve only for information and are given without guarantee

January 26, 2001

Patent document listed in the search report	Date of publication	Member(s) of the patent family	Date of publication
DE 19713917      A	October 8, 1998	US    6065133    A	May 16, 2000
WO 9715886      A	May 1, 1997	US    5745765    A	April 28, 1998
		AU    7519596    A	May 15, 1997
		CA    2235366    A	May 1, 1997
		EP    0859982    A	August 26, 1998
		JP    11514115   T	November 30, 1999
WO 9833104      A	July 30, 1998	AU    6016098    A	August 18, 1998
		EP    0951665    A	October 27, 1999

For additional details regarding this Appendix: see Official Journal of the European Patent Office No. 12/82